




METHOD OF CONTROLLING FIRE

Publication number: DE1951218
Publication date: 1970-06-11
Inventor: SHARON LIVINGSTON WILLIAM L; W PIERCE
RUSSELL
Applicant: FACTORY MUTUAL RES CORP
Classification:
- **International:** A62D1/00; A62C39/00; A62D1/00; A62C39/00; (IPC1-7): A62C1/00
- **European:** A62C39/00A
Application number: DE19691951218 19691010
Priority number(s): US19680766475 19681010

Also published as:

 US3605900 (A1)
 GB1221160 (A)
 FR2024688 (A5)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE1951218

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

51

Int. Cl.:

A 62 c

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES

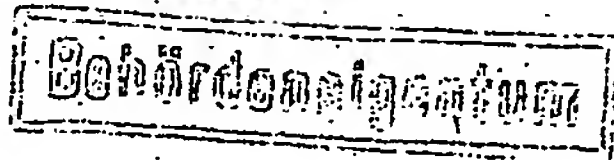


PATENTAMT

52

Deutsche Kl.:

61 a, 17/01



10

11

Offenlegungsschrift 1951 218

21

Aktenzeichen: P 19 51 218.6

22

Anmeldetag: 10. Oktober 1969

43

Offenlegungstag: 11. Juni 1970

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum:

10. Oktober 1968

33

Land:

V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen:

766475

54

Bezeichnung:

Verfahren zur Feuerbekämpfung

61

Zusatz zu:

—

62

Ausscheidung aus:

—

71

Anmelder:

Factory Mutual Research Corp., Turnpike, Mass. (V. St. A.)

Vertreter:

Wiegand, Dr. E.; Niemann, Dipl.-Ing. W.; Kohler, Dr. M.;
Gernhardt, Dipl.-Ing. C.; Patentanwälte, 8000 München

72

Als Erfinder benannt:

Livingston, William L. Sharon;
Pierce, Russell W., Hanover, Mass. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 1951 218

ORIGINAL INSPECTED

5.70 009 824 1245

1470

DR. E. WIEGAND DIPL.-ING. W. NIEMANN
DR. M. KOHLER DIPL.-ING. C. GERNHARDT
MÜNCHEN HAMBURG

1951218

TELEFON: 55 54 76
TELEGRAMME: KARPATENT

8000 MÜNCHEN 15, 10. Oktober 1969
NUSSBAUMSTRASSE 10

W. 14 465/69 13/Nie

Factory Mutual Research Corporation
Boston-Providence Turnpike, Mass. (V.St.A.)

Verfahren zur Feuerbekämpfung

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten zum Auslöschen eines Feuers:

- (1) Die Flamme kann gekühlt werden;
- (2) Die verschiedenen Bestandteile (Reaktionsteilnehmer), die zu der Flamme gehen, z.B. Luft, können gekühlt werden;
- (3) Der Brenn^{stoff-} oder Feuerbereich selbst kann gekühlt werden;
- (4) Das Feuerlöschmittel (nämlich Wasser) kann in Wasserdampf umgewandelt werden, der zum Inertmachen der Reaktionsteilnehmer, die durch die Flamme gehen, und zum Hemmen des Feuer erzeugenden Vorgangs dient, und/oder
- (5) das Feuerlöschmittel (nämlich Wasser) kann in Wasserdampf übergeführt werden, der wiederum Wärme von dem Feuer durch die fühlbare Wärme des Wasserdampfes entfernt.

009824/1245

Von den vorstehend geschilderten Arbeitsweisen zum Auslöschen von Feuer ist die wirksamste Annäherung an das Löschen des Feuers die dritte Arbeitsweise, bei welcher der Feuer- oder Brennbereich selbst gekühlt wird, wobei die zweite Arbeitsweise die am nächsten bevorzugte Arbeitsweise darstellt. Unter den derzeitig verwendeten Feuerauslöscharbeitsweisen, bei welchen Wasser als Löschmittel verwendet wird, wird jedoch das Wasser zum Erreichen des ersten, vierten und fünften Zwecks verwendet, wobei die zweite und dritte Arbeitsweise kaum in Betracht kommt. Tatsächlich sind die derzeitigen Arbeitsweisen der Anwendung von Wasser als Feuerlöschmittel derartig, daß eine geringe Menge des verwendeten Wassers tatsächlich hinsichtlich des Auslöschens des Feuers besonders wirksam ist. Vielmehr ist eine große Verschwendung damit verbunden, was zu einer außerordentlich unwirksamen Betriebsweise führt.

Es gibt zwei Hauptgründe dafür, warum die Verwendung von Wasser in üblichen Feuerlöscharbeitstechniken unwirksam ist. Der erste besteht darin, daß eine sehr große Verschwendung des Wassers dabei auftritt, wobei der Hauptanteil des Wassers niemals tatsächlich das Feuer oder die unmittelbare Umgebung erreicht. Dies ist hauptsächlich der Fall, weil Wasser beim Aufbrechen in einen Sprühstrahl eine große Verteilung von Tröpfchen bildet, wovon ein erheblicher Prozentsatz von der Luft aufgenommen wird und niemals die Gelegenheit zum Erreichen des Brennstoffbereiches hat. Zweitens wird selbst die Menge Wasser, die den Brennstoffbereich erreicht, unter den derzeitigen Arbeitsweisen unwirksam verwendet. Insbesondere läuft aufgrund der niedrigen Visko-

sität von Wasser eine große Menge des Wassers, die den Brennstoffbereich erreicht, rasch von dem Brennstoff weg und ist daher zur Bekämpfung des Feuers nicht mehr verfügbar.

Trotz der mit der Verwendung von Wasser für Feuerlöschzwecke verbundenen Schwierigkeiten bleibt Wasser das üblichste Feuerlöschmittel aus einer Reihe von Gründen. In erster Linie besitzt Wasser eine der höchsten Verdampfungswärmen und spezifische Wärmen von beliebigen der Materialien, die für diesen Zweck verwendet werden könnten. Zweitens besitzt Wasser, obgleich es Wärme konvektiv leitet, eine außerordentlich niedrige Wärmeleitfähigkeit. Drittens ist Wasser mit verschiedenen Ausnahmen ein reichlich bei niedrigen Kosten zur Verfügung stehendes Material, wodurch es in wirtschaftlicher Hinsicht besonders attraktiv ist.

Gemäß der Erfindung wird die Erzielung von sämtlichen Vorteilen von Wasser für Feuerlöschzwecke ermöglicht, wobei jedoch im wesentlichen die verschiedenen Nachteile, wie vorstehend geschildert, ausgeschaltet werden. Allgemein bezieht sich die Erfindung auf die Bekämpfung von Feuer innerhalb geschlossener Anlagen (enclosures), wobei auf die freien Oberflächen der diesem Feuer unterworfenen Gegenstände ein Überzug aus einem ableitenden fließfähigen Material mit einer ausreichenden Dicke so aufgebracht wird, daß die Schicht Ableitungseigenschaften (ablative properties) besitzt, wobei ein derartiger Überzug aus einer automatisch betätigbaren festen Quelle in einem im wesentlichen kontinuierlichen Strom und in ausreichender Menge aufgebracht werden kann, um die genannte Schicht bei der genannten ausreichenden Dicke beizubehalten.

Ein Hauptzweck der Erfindung ist demgemäß die Schaffung eines neuen Verfahrens zur Bekämpfung von Feuer innerhalb geschlossener Anlagen, das die Erzielung der Vorteile ermöglicht, die bei der Verwendung von erwünschten Feuerlöschmitteln, wie Wasser, erhalten werden, während es gleichzeitig die Nachteile von derartigen Materialien ausschaltet. Ein weiterer wichtiger Zweck der Erfindung ist die Schaffung eines neuartigen Verfahrens zur Bekämpfung von Feuer innerhalb geschlossener Anlagen, bei welchem man auf die ausgesetzten oder freien Oberflächen der einem derartigen Feuer unterworfenen Gegenstände einen Überzug eines ableitenden fließfähigen Materials aufbringt, wobei der Überzug eine Schicht von ausreichender Dicke bildet, so daß die genannte Schicht ableitend oder wegführende Eigenschaften besitzt, wobei der Überzug aus einer automatisch betätigbaren festen Quelle in einem im wesentlichen kontinuierlichen Strom und in ausreichender Menge aufgebracht wird, um die genannte Schicht bei der genannten ausreichenden Dicke beizubehalten. Noch ein weiterer wichtiger Zweck der Erfindung ist die Schaffung eines neuartigen Verfahrens zur Bekämpfung von Feuer, bei welchem ein ableitendes fließfähiges Material verwendet wird, wobei dieses ableitende fließfähige Material aus wenigstens zwei Komponenten gebildet wird, wovon keine bei Trennung von der anderen ableitende oder wegführende Eigenschaften besitzt und wobei diese Komponenten zur Bildung des ableitenden Materials nach dem Auftreten des genannten Feuers zusammengemischt werden.

Diese und weitere wichtige Zwecke und Vorteile gemäß der Erfindung werden nachstehend in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert.

009824/1246

Fig. 1 ist eine graphische Darstellung, in welcher das Ableitungsausmaß des ableitenden Materials (sowohl in Angaben der Dickenabnahme der ableitenden Materialschicht als auch in Angaben von Volumen je Zeiteinheit des ableitenden Materials, das die Abführung oder Ableitung ausführt) gegen den Wärmefluß, welchem der verbrennbare Gegenstand ausgesetzt ist, aufgetragen ist.

Fig. 2 ist eine graphische Darstellung, in welcher das Ausmaß der Ausbildung der Dicke des ableitenden Materials gegen die Aufsprüh- oder Sprengerdichte des ableitenden Materials, das von einer Feuerlöschbrause oder von Sprengerköpfen auf den brennbaren Gegenstand abgegeben wird, aufgetragen ist.

Fig. 3 ist eine graphische Darstellung, in welcher die additive oder kumulative Dicke der Schicht des ableitenden Materials gegen die Zeitdauer für verschiedene Anwendungsausmaße des ableitenden Materials auf den brennbaren Gegenstand aufgetragen ist.

Wie vorstehend angegeben, wird gemäß der Erfindung ein Verfahren zur Bekämpfung von Feuer in geschlossenen Anlagen unter Verwendung eines ableitenden Materials (ablative material) geschaffen. Das gemäß der Erfindung vorgesehene ableitende Material ist ein Material, das bei Anwesenheit in einer Schicht von ausreichender Dicke ein Übertragen oder Überführen von Wärmeenergie durch ihre ausgesetzte oder freie Außenoberfläche, jedoch nicht vollständig durch die genannte Schicht, erlaubt, wobei die Wärmeenergie innerhalb der Schicht so absorbiert wird, um eine augenblickliche Umwandlung des Materials der Schicht in Dampf ohne innere

Konvektion von dem Material zu ergeben, wobei der Dampf diese Schicht durch deren Außenoberfläche verläßt. Die hier verwendeten Ausdrücke "ableitend" (ablative), "Ableitung" (ablation) o.dgl. werden in diesem Sinne verwendet.

Materialien, die bewirken können, daß Wasser aufgrund der Zunahme seiner Dicke in der Richtung der einfallenden Strahlung ableitend wird, und die bei dem Verfahren gemäß der Erfindung brauchbar sind, sind mühelos erhältlich. Ein derartiges Material ist ein vernetztes Äthylenmaleinsäureanhydrid, z.B. ein, unter der Bezeichnung EMA-91 im Handel erhältliches Material (Monsanto Company). Ein weiteres derartiges Material, das brauchbar ist, ist das Diammonium-Natrium-Salz von EMA-91, das unter der Bezeichnung EMA-94 im Handel erhältlich ist, (Monsanto Company). Die Gele, die aus derartigen Materialien beim Mischen mit Wasser gebildet werden, sind außerordentlich homogen (sie sind nicht teilchenförmig in dem Sinne, daß diskrete oder getrennte Teilchen für das bloße Auge nicht sichtbar sind); sie können mühelos gepumpt und in Form eines gewünschten Brausemusters mit Tröpfchen von niedrigem Druck über die Brauseköpfe aufgesprüht werden und sie haften gut an senkrechten Oberflächen.

Andere Materialien, z.B. ein in Wasser quellbares vernetztes Polymerisat, das unter der Bezeichnung "Carbopol-960" (B.F. Goodrich Chemical Company) im Handel erhältlich ist, sind ebenfalls brauchbar sowie die Materialien, die in dem Katzer-Patent 3 354 084 sowie Bashaw u.a. Patent 3 229 769 beschrieben sind. Sämtliche dieser Materialien bilden Gele, wenn sie mit Wasser in geeigneten Mengen gemischt werden und wenn ein derartiges Gel auf

einen brennenden Gegenstand in ausreichender Dicke aufgebracht wird, besitzen diese Gele die vorstehend definierten ableitenden Eigenschaften.

Die Verwendung von derartigen Materialien, wie vorstehend angegeben, zur Bekämpfung von Feuer ergibt viele Vorteile, die bei Verwendung der gebräuchlichen Feuerlöschmittel, beispielsweise Wasser, nicht erhältlich sind, während gleichzeitig sämtliche Eigenschaften von Wasser als Löschmittel zurückbehalten werden. Aufgrund der Gelstärke des ableitenden Materials im Vergleich zu Wasser läuft das ableitende Material, nachdem es einmal auf den Brennstoffbereich aufgebracht ist, nicht von dem Bereich ab, wie dies bei Wasser der Fall ist, und auf diese Weise wird die übliche Verschwendung, die mit den derzeitigen Feuerunterdrückungssystemen verbunden ist, in wesentlichem Ausmaß ausgeschaltet. Außerdem können die ableitenden Materialien beim Aufbringen auf den Brennstoffbereich in Form von großen Tröpfchen im wesentlichen ohne Feinstteilchen aufgebracht werden, wobei derartige Tröpfchen wenigstens in einer Größenordnung vorliegen, die einen größeren Durchmesser (10 zu 1) bei den gleichen Strömungsausmaßen und der gleichen Düsencharakteristik als Wassertröpfchen aufweist. Daher ist hierbei eine minimale Menge an in Luft eingegangenen Materialien vorhanden, wodurch die Unwirksamkeit ausgeschaltet wird, die bei Verwendung von Wasser erhalten wird, wobei der Hauptanteil des Wassers (nämlich 90 % oder darüber) für eine etwa 9,15 m (30 foot) hohe Feuerfahne (oder -säule) niemals die Gelegenheit zum Erreichen des Brennstoffbereiches besitzt. Überdies sind derartige Materialien, da sie etwa 99 % Wasser enthalten, durch die gleiche niedrige Wärmeleitfähigkeit und hohe Verdampfungswärme,

die Wasser kennzeichnen, ausgezeichnet. Gleichzeitig liefert die Verwendung von ableitendem Material große Mengen an Wasserdampf und da ein wesentlich größerer Prozentsatz von diesem Material den brennenden Brennstoffbereich erreicht als dies mit einer äquivalenten Menge Wasser der Fall wäre, kann der Wasserdampf in besserem Ausmaß ein Inertmachen und eine Wärmeentfernungsfunktion (Punkt 4 und Punkt 5, wie vorstehend beschrieben) als das Wasser vollziehen.

Da die ableitenden Materialien gemäß der Erfindung wesentlich viskoser als die gebräuchlichen Sperr- oder Unterdrückungsmittel, wie Wasser, sind, ist der Wasserschaden, der gewöhnlich bei Großfeuern erhalten wird, beträchtlich herabgesetzt. Insbesondere werden aufgrund der hohen Gelbildung der ableitenden Materialien diese nicht so leicht von dem verbrennbaren Material absorbiert und daher wird der Wasserschaden von derartigen brennbaren Materialien signifikant herabgesetzt.

Die ableitenden Materialien gemäß der Erfindung sind gegenüber großen energiereichen Feuern besonders wirksam, während die derzeit verwendeten Wassersperr- oder Wasserlöschsysteme dies nicht sind. Tatsächlich werden die letzteren weniger wirksam, wenn das Feuer auf einer Quadratmeterbasis (square foot basis) zunimmt. Der Grund hierfür ist einfach. Für die Verfügbarmachung von Wassersperr- oder Wasserlöschsystemen in der erforderlichen Wassermenge, um einen geeigneten Sprühstrahl (unter Berücksichtigung der geringen Leistungsfähigkeit von Wassersperr- oder Wasserlöschsystemen) für die meisten Feuerlöschbrausen in einem System (was im Fall eines Großfeuers notwendig wäre) zu bilden, wären die Kosten des Systems untragbar.

Dies führt dazu, daß gebräuchliche Wassersysteme für die Bekämpfung lediglich von weniger großen Feuern ausgebildet werden, so daß der Wasserdruck in jedem Sprenger- oder Brausekopf eine mittlere Leistungsfähigkeit bei der Bekämpfung eines derartigen Feuers ergibt. Feuerunterdrückungssysteme oder Feuerlöschsysteme, bei welchen ableitende Materialien gemäß der Erfindung verwendet werden, sind andererseits in einzigartiger Weise zur Bekämpfung von Großfeuern bei annehmbaren Kosten geeignet, da sie wesentlich geringere Strömungsausmaße je Kopf aufgrund ihrer erhöhten Leistungsfähigkeit erfordern. Gleichzeitig werden bei den Systemen gemäß der Erfindung die Gesamtkosten des Feuer-schutzes für eine gegebene geschlossene Anlage (aufgrund der zulässigen Verwendung von Rohren, Pumpen o.dgl. von kleinerem Durchmesser) herabgesetzt, wobei die Verwendung von geeigneten Materialien ermöglicht wird.

Obgleich, wie aus den vorstehend genannten Patentschriften ersichtlich ist, gebildete Mittel, beispielsweise die vorstehend angegebenen, zur Verwendung bei der Kontrolle der Feuerausbreitung vorgeschlagen wurden, ist die Lehre von diesen und ähnlichen Veröffentlichungen mit Bezug auf eine Reihe von signifikanten Gesichtspunkten mangelhaft. Insbesondere ziehen sämtliche dieser Lehren die Verwendung des Gelmaterials bei anderen Feuerbekämpfungslagen in Betracht als die in festen Systemen verwendeten, die automatisch betätigbare feste Quellen von Feuerlöschmitteln der Art, die innerhalb von Gebäuden und anderen geschlossenen Anlagen verwendet werden, beispielsweise solche, die die Verwendung von festen Brauseköpfen o.dgl. umfassen, einschließen. Tatsächlich wird gemäß den Lehren dieser Ver-

öffentlichungen nicht nur die Verwendung von derartigen gelbildenden Mitteln im Zusammenhang mit der Feuerbekämpfung im Freien der Kommunalart in Betracht gezogen, sondern es gibt dabei insbesondere eine große Anzahl von Gründen dafür, daß ein Fachmann die Verwendung von derartigen Materialien in Verbindung mit einer automatisch betätigbaren festen Quelle innerhalb einer geschlossenen Anlage als ungeeignet ansehen würde.

Beispielsweise sind automatisch betätigbare feste Feuerlöschsysteme ausschließlich mit kostspieligen festen Rohrleitungsnetzen verbunden, die zur Abgabe des Löschmittels zu der Feuerquelle zu einem geeigneten Zeitpunkt verwendet werden. Da die Gele, beispielsweise die in den genannten Patentschriften beschriebenen, nicht nur schwierig zu pumpen sind, sondern auch Schlamm oder Überbleibsel, Abschlüpfungen, Schuppen oder Krusten o.dgl. aus den gebräuchlichen Stahlrohrleitungen aufnehmen und dabei Verstopfungsprobleme veranlassen, wären derartige Gelmaterialien als ungeeignet für die Anforderungen der gebräuchlichen automatisch betätigbaren festen Vorratssysteme innerhalb eines Gebäudes oder einer geschlossenen Anlage anzusehen. Überdies ist die Gebrauchsdauer dieser Gelmaterialien, nachdem sie einmal mit Wasser vermischt wurden, kurz. Da die meisten Feuerlöschsysteme niemals betätigt werden, ist die Lagerung des Löschmittelmaterials ein kritisches Problem und die kurze Gebrauchsdauer der Materialien würde offensichtlich dieses Problem eher verstärken als dieses Problem lösen.

Gemäß der Erfindung wurde jedoch festgestellt, daß die vorstehend geschilderten Probleme in Verbindung mit der Ver-

BAD ORIGINAL

009824/1245

wendung von Feuerunterdrückungs- oder Feuerlöschsystemen, bei welchen ableitende Materialien verwendet werden, mühe- los beseitigt werden können. Insbesondere wird durch die wesentlich erhöhte Leistungsfähigkeit und die herabgesetzten Kosten, die aufgrund der Verwendung der ableitenden Mate- rialien, wie vorstehend angegeben, erzielt werden, es ermöglicht, Systeme mit Rohren von kleinerem Durchmesser und geringerer Wanddicke zu verwenden, wobei gleichzeitig wenig- stens äquivalente, falls nicht verbesserte Ergebnisse er- zielt werden. Die notwendige Folge dieser Tatsache ist, daß die Verwendung von Metallwaren, die aus geeigneten Materialien (z.B. rostfreiem Stahl, Kupfer o.dgl.) herge- stellt sind, technisch durchführbar wird, wobei diese Ma- terialien eine erhöhte Korrosionsbeständigkeit, verglichen mit gebräuchlichen Eisenrohrleitungen o.dgl., besitzen und die daher keine Verstopfungsprobleme darbieten, die von den gebräuchlichen Stahlrohrleitungen dargeboten werden.

Zusätzlich zu dem vorstehend Beschriebenen wird es bei der praktischen Ausführung gemäß der Erfindung auch in Be- tracht gezogen, das durch die Verwendung eines Materials, beispielsweise wie in den vorstehend genannten Patent- schriften beschrieben, hervorgerufene Problem der Ge- brauchsdauer durch Verzögerung des Mischens von dem Gel bildenden Mittel mit dem Flüssigkeitsträger (nämlich Wasser) bis zu einem Zeitpunkt nach dem Auftreten des Feuers zu vermeiden. Da das Problem der Gebrauchsdauer bis zum Mischen des Gel bildenden Mittels mit Wasser nicht besteht, wird durch das Verfahren gemäß der Erfindung dieses Problem im wesentlichen ausgeschaltet.

Überdies war die ableitende Natur der in den genannten Patentschriften enthaltenen Materialien von der bisherigen Technik nicht erkannt worden. Wie vorstehend beschrieben, ist ein ableitendes Material ein Material, das bei Anwesenheit in einer Schicht von ausreichender Dicke ein Überführen von Wärmeenergie durch deren freigelegte Außenoberfläche, jedoch nicht vollständig durch die genannte Schicht erlaubt. Im Gegensatz dazu absorbiert ein ableitendes Material diese Wärmeenergie innerhalb seiner Masse in der Weise, um diese unmittelbar in Dampf ohne innere Konvektion von dem Material umzuwandeln, wobei dieser Dampf das Material durch dessen Außenoberfläche verläßt. Die Bedeutung dieser Erscheinung ist in Verbindung mit der Feuerbekämpfung groß. Insbesondere nehmen ableitende Materialien von dem Feuer ausgestrahlte Wärme (wobei der Hauptmechanismus der Feuerzunahme auf der Strahlung beruht) in ihre äußeren Schichten auf. Wenn das ableitende Material dem Brennstoffbereich in einer Weise zugegeben wird, um eine minimale Dicke dieses Materials aufzubauen oder beizubehalten, wird die Wärmeenergie von dem Feuer (hauptsächlich Infrarot) durch die freie oder ausgesetzte Außenoberfläche des ableitenden Materials übertragen, jedoch gelangt diese nicht durch das Material hindurch zu dem Brennstoffbereich. Die absorbierte Wärmeenergie wandelt dieses ableitende Material in dem Absorptionsbereich rasch in Dampf um ohne innere Konvektion des ableitenden Materials, wobei der Dampf die Schicht des ableitenden Materials durch dessen Außenoberfläche als Wasserdampf verläßt. Da die Wärmeenergie nicht vollständig durch die Schicht des ableitenden Materials unter derartigen Umständen durchgelassen wird, übersteigt die Temperaturabnahme über die gesamte Schicht des ableitenden Materials niemals 100°C (212°F) und das Wasser, das ein

BAD ORIGINAL

009824/1245

geeignet guter Wärmeisolator ist und die Hauptmasse des ableitenden Materials darstellt, wird wirksam, um das Feuer auszulöschen.

Da das Material im Verlauf des Feuers abgeht, nimmt die Viskosität des zurückbleibenden ableitenden Materials zu. Dadurch bleibt das ableitende Material an dem brennenden Brennstoffbereich klebend unter fortgesetzter Fähigkeit zur Feuerbekämpfung zurück und solange wie die Dicke der Schicht von ableitendem Material auf dem Brennstoffbereich oberhalb des Minimums, bei welchem dieses Material ableitet, liegt, dient das Material zum Schutz vor einer Aussetzung oder Freilegung.

Wie ersichtlich, muß zur Erzielung der Vorteile der ableitenden Materialien, wie vorstehend beschrieben, eine ausreichende Menge von dem ableitenden Material dem Brennstoffbereich zugegeben werden, um eine minimale Schichtdicke des ableitenden Materials so aufrechtzuerhalten, daß die ableitende Schicht die Wärmestrahlung aus dem Feuer absorbiert und das Durchgehen der Infrarotstrahlung zu dem Brennstoffbereich verhindert. Diese minimale Schichtdicke beträgt etwa 0,1 cm (0,04") und ist vorzugsweise so dick wie möglich. Zur Erzielung des Zwecks in wirksamer Weise ist es notwendig, das ableitende Material in einem im wesentlichen kontinuierlichen Strom zu den Stellen, die ein Feuerunterdrückungs- oder ein Feuerlöschungsmedium erfordern, so zuzuführen, um kontinuierlich das Material zu ergänzen, das abging und um diese minimale Dicke der Schicht aufrechtzuerhalten. In der Praxis ist dies von einem tragbaren System von der Art, wie es von kommunalen Feuerwehrleuten verwendet wird, nicht erhältlich, da die solchen Situationen der Strom an Lösch- oder Unterdrückungsmittel, der an eine gegebene Stelle abgegeben wird, nicht

kontinuierlich, sondern abgehackt ist, wenn der Strom an Lösch- oder Unterdrückungsmittel über die äußeren Stellen des brennenden Brennstoffbereichs bewegt wird.

Wenn die minimale Dicke des ableitenden Materials, die auf einer brennbaren Oberfläche zur Verhinderung des Brennens vorhanden sein muß, gegeben ist, kann die Regelung eines Feuerunterdrückungs oder Feuerlöschsystems hinsichtlich der Erzielung der erwünschten Ergebnisse mühelos mit Hilfe von Karten oder Diagrammen, wie sie in den Fig. 1 bis 3 veranschaulicht sind, bestimmt werden. Wie ersichtlich ist Fig. 1 ein Diagramm, in welchem das Ableitungsausmaß ^{des ableitenden Materials} (sowohl in Angaben der Dickenabnahme der ableitenden Materialschicht als auch in Angaben von Volumen je Zeiteinheit des ableitenden Materials, das abgeht) gegen den Wärmefluß, an welchen der brennbare Gegenstand ausgesetzt ist, aufgetragen ist. Die meisten Feuer sind in einem Wärmeflußbereich von 0 bis 10 ($\text{BTU/hr/ft}^2 \times 10^3$), wobei die Wärmezufuhr eines besonderen Feuers vom Fachmann ohne weiteres bestimmt werden kann (das in Fig. 1 angegebene Wärmeflußausmaß stellt den Wärmefluß der Strahlung eines schwarzen Körpers dar). Aus der graphischen Darstellung von Fig. 1 kann, nachdem der Wärmefluß für eine gegebene Feuerart einmal bestimmt ist, das Ableitungsausmaß des ableitenden Materials mühelos entweder in Angaben der Dickenabnahme in cm/min (in./min) oder in Angaben des Verlusts an ableitendem Material, ausgedrückt in der Größe von gals/min/ft^2 berechnet werden. Da die ableitenden Eigenschaften des ableitenden Materials von der Aufrechterhaltung des Materials in einer Schicht mit einer Mindesdicke abhängen, kann die gewünschte Mindestdicke (nachdem einmal das Ableitungsausmaß aus Fig. 1 bestimmt wurde) unter Bezugnahme auf die graphische Dar-

stellung von Fig. 2 aufrechterhalten werden, in welcher das Ausmaß der Dickenabnahme gegen die Brause- oder Spritzdichte von ableitendem Material, das von den Feuerlöschbrauseköpfen auf den brennenden Gegenstand abgegeben wird, aufgetragen ist.

Wenn z.B. festgestellt ist, daß ein gegebenes Feuer einen Wärmefluß von 10 umfaßt, kann aus Fig. 1 ohne weiteres bestimmt werden, daß das Ableitungsausmaß des ableitenden Materials etwa 0,038 cm/min (0,015 inch/min) beträgt. Aus dem Diagramm von Fig. 2 kann mühelos bestimmt werden, daß für den Ersatz des Verlustes an ableitendem Material von 0,038 cm/min (0,015 in/min) eine Spritz- oder Brausedichte von etwa 0,0333 l/min/0,0929 m² (0,009 gals/min/ft²) verwendet werden muß.

Im Zusammenhang mit dem vorstehenden ist die graphische Darstellung von Fig. 3 ebenfalls brauchbar, indem dieses Diagramm eine Information bezüglich der erforderlichen Zeitdauer für die Ausbildung einer gegebenen Dicke des ableitenden Materials bei verschiedenen Spritz- oder Brauseströmungsausmaßen liefert. Wie ersichtlich, ist die Information auf diesem Diagramm nützlich bei der Bestimmung der Bedingungen, die am Anfang einer Feuersitu^{ation}-beobachtet werden müssen, um die Mindestdicke des ableitenden Materials aufzubauen.

Im Zusammenhang mit dem vorstehenden ist zu beachten, daß da die ableitenden Materialien gemäß der Erfindung ihre ableitenden Eigenschaften nicht aufweisen, bis eine minimale oder Mindestdicke von diesem Material auf den Brennstoff-

bereich aufgebracht ist, eine Zeitverzögerung vorhanden ist, wenn das ableitende Material zuerst auf den brennenden Brennstoffbereich aufgebracht wird, bis das ableitende Material zur Ausführung seiner Feuerunterdrückungs- oder Feuerlöschfunktion fähig ist. Im Hinblick auf diese Tatsache liegt es im Bereich gemäß der Erfindung, ein anfängliches Strömungsausmaß des ableitenden Materials anzuwenden, wenn das Feuerlösch- oder Feuerunterdrückungssystem zuerst in Betrieb genommen wird, das höher ist als das endgültig erforderliche, um die minimale Dicke des ableitenden Materials aufrechtzuhalten. Die für diesen Zweck anzuwendenden Strömungsausmaße können aus den Diagrammen von Fig. 1 bis 3 ohne weiteres bestimmt werden.

(Anmerkung: Obgleich es zutrifft, daß Ableitungsausmaße in Abhängigkeit von der Art des verwendeten ableitenden Materials variieren, sind die Schwankungen oder Änderungen zwischen ableitenden Materialien ausreichend gering, so daß die in den Diagrammen der Figuren 1 bis 3 aufgeführten Werte allgemein anwendbar sind.)

Es ist für den Fachmann ersichtlich, daß graphische Darstellungen, wie sie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt sind, zur Bestimmung der gewünschten Eigenschaften der Installation, die für eine gegebene Brandgefahr erforderlich sind, verwendet werden. Nachdem das System installiert oder eingebaut wurde, werden das anfängliche und das nachfolgende Strömungsausmaß festgelegt und diese werden in ihrer Größe nicht geändert.

Wie vorstehend angegeben, werden die meisten der Schwierigkeiten, die mit der Verwendung der ableitenden

Materialien gemäß der Erfindung zur Bekämpfung von Feuer aus einer automatisch betätigbaren festen Quelle innerhalb einer geschlossenen Anlage verbunden sind, durch die Verzögerung des Mischens von dem gelbildenden Mittel mit dem geeigneten Flüssigkeitsträger (z.B. Wasser) bis zu einem Zeitpunkt nach dem Auftreten eines Feuers vermieden. Da die Verweilzeit des ableitenden Flüssigkeitsmaterials in dem Leitungssystem unter diesen Umständen ziemlich kurz ist, ist es bei der praktischen Ausführung gemäß der Erfindung notwendig, Stufen aufzunehmen, um sicherzustellen, daß das flüssige Material, das auf den brennenden Brennstoffbereich gerichtet wird, ausreichend Gelegenheit besitzt, um die verlangten ableitenden Eigenschaften zu entwickeln. Zu diesem Zweck ist es erwünscht, ein gelbildendes Mittel in feinteiliger Pulverform (d.h. kleiner als ein Sieb mit einer lichten Maschenweite von etwa 0,074 mm (-200 mesh) zu verwenden, um das Mischen mit dem flüssigen Träger zu erleichtern. Ein derartiges Mischen kann ferner erleichtert werden, indem man zuerst das gelbildende Mittel mit einem mit Wasser mischbaren Lösungsmittel aufschlämmt, das keine Hydrolyse herbeiführt und das mit dem gelbildenden Mittel nicht reaktionsfähig ist (z.B. Methanol, Äthanol, Aceton o.dgl.), wobei die Aufschlämmung dann zu einer Vermischung mit dem flüssigen Träger eingespritzt wird. Eine geeignete Aufschlämmung enthält etwa 25 bis 75 Gew.-% des festen gelbildenden Mittels, wobei etwa 50 Gew.-% des Feststoffes bevorzugt werden.

Im allgemeinen soll die Menge an gelbildendem Mittel (bezogen auf Feststoffbasis), die mit Wasser zur Bildung des gewünschten Gels gemischt werden soll, etwa 0,1 bis

0,5 Gew.-% und vorzugsweise etwa 0,2 Gew.-% betragen. Diese obere Grenze stellt eine praktische Grenze dar, da die Verwendung eines gelbildenden Mittels in einer Menge von oberhalb 0,5 Gew.-% nicht nur zu kostspielig ist, sondern bei wenigstens bestimmten der in dem Verfahren gemäß der Erfindung anwendbaren gelbildenden Mittel ein Gel erzeugt, das zu viskos für die praktische Verwendung zur Feuerbekämpfung ist. Unterhalb der unteren bevorzugten Grenze von 0,1 Gew.-% kann das Gel nicht ausreichend viskos oder geliert sein und das Ausmaß an "Anhaften" (Fähigkeit zum Ankleben an senkrechten Oberflächen) ist zu niedrig, um den Aufbau an ableitendem Material auf aufrechten Oberflächen in einer ausreichenden Dicke, um ableitend zu sein, zu erlauben.

Vorstehend wurde darauf hingewiesen, daß die bevorzugte Flüssigkeit für die Zusammensetzung der ableitenden Materialien gemäß der Erfindung Wasser ist. Im Zusammenhang mit der praktischen Ausführung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird es jedoch auch in Betracht gezogen, daß andere Materialien als Wasser verwendet werden können, vorausgesetzt, daß diese die Bildung eines Materials mit einer Gelstärke nach der Zugabe eines geeigneten gelbildenden Mittels erlauben und daß sie

- (1) an aufrechten Oberflächen in einer dickeren Schicht als eine Infrarot-durchlassende Schicht anhaften, wobei diese Schicht die Infrarotenergie innerhalb ihrer Begrenzungen absorbiert;
- (2) keine wesentliche Konvektion erlauben;

- (3) eine niedrige Wärmeleitfähigkeit besitzen;
- (4) eine hohe Verdampfungswärme besitzen;
- (5) einen Siedepunkt aufweisen, der unterhalb der Zündtemperatur des Brennstoffes, auf welchen sie aufgebracht werden, liegt (Holz zündet bei etwa 400°C);
- (6) billig sind und
- (7) eine gute Haltbarkeit wenigstens vor dem Vermischen mit dem gelbildenden Mittel besitzen.

Zur Veranschaulichung der Wirksamkeit des Verfahrens gemäß der Erfindung wurde ein Versuch in folgender Weise ausgeführt:

25 Holzplatten mit den Abmessungen von 14 cm x 120 cm x 120 cm (5,5" x 4' x 4'), die jeweils etwa 45,4 kg (100 pounds) wogen und einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 4 Gew.-% besaßen, wurden in einem Stapel mit einer Höhe von etwa 3,60 m (12') angeordnet, wobei das Gesamtgewicht des Stapels etwa 1.040 kg (2300 lb (1.130 kg - 2500 lb)) betrug. Diese Platten wurden gezündet, indem 8 Brennerdüsen von brennendem normalem Esso-Benzin (Esso regular gasoline) gleichförmig auf die Unterlage des Stapels bei einem Gesamtbenzinabgabeausmaß (für alle 8 Düsen) von 5,67 l/min (1,5 gals/min) gerichtet wurden. Nachdem die Brennerdüsen während etwa 6 min offen waren, wurde eine Spritz- oder Brausedüse für die ableitende Flüssigkeit, die in der Mitte oberhalb der Oberseite des Stapels von Platten angeordnet war,

geöffnet, um die ableitende Flüssigkeit über eine Fläche von $18,6 \text{ m}^2$ (200 sq.ft.) in einem quadratischen Muster auf den in Flammen stehenden Stapel von Platten aufzubringen.

Die hierbei verwendete ableitende Flüssigkeit wurde durch Mischen eines Schlammes, der ein Diammonium-Natrium-Salz eines vernetzten Äthylenmaleinsäureanhydrids (EMA-94, hergestellt von Monsanto Company), Isopropanol und ein kolloidales, pyrogenes Siliciumdioxypigment (Cab-O-Sil, hergestellt von Cabot Corp.) enthielt, mit Wasser hergestellt. Der Schlamm wurde durch Mischen von etwa 50 Gew.-Teilen Isopropanol mit 15 Gew.-Teilen des pyrogenen Siliciumdioxypigmentes (Cab-O-Sil), wobei das letztere Material ein Gel bildet und Wasser aus Isopropanol entfernt, zur Bildung eines Gels, worauf etwa 35 Gew.-Teile des Diammonium-Natrium-Salzes des vernetzten Äthylenmaleinsäureanhydrids (EMA-94) in Form eines Pulvers mit einer kleineren Teilchengröße als entsprechend einem Sieb mit einer lichten Maschenweite von $0,074 \text{ mm}$ (-200 mesh) dem Gel unter Vermischen zugegeben wurden, hergestellt. Der so gebildete Schlamm wurde aus einer Kupferleitung mit einem Durchmesser von etwa $1,27 \text{ cm}$ ($1/2''$) in die Mitte eines Wasserstromes, der in einem Stahlrohr mit einem Durchmesser von etwa $7,62 \text{ cm}$ ($3''$) floß, mit Hilfe einer positiven Schlammverdrängerpumpe der Moyno-Art so eingespritzt, daß die Dichte des auf den in Flammen stehenden Stapels von Platten gerichteten ableitenden Materials etwa $3,76 \text{ l/min/0,09 m}^2$ ($0,2 \text{ gals/min/ft}^2$) betrug. Die Menge Schlamm, die dem Wasser zugegeben wurde, betrug etwa 1 Gew.-% und da das Diammonium-Natrium-Salz des vernetzten Äthylenmaleinsäureanhydrids

(EMA-94) etwa 35 Gew.-% des Schlamms ausmachte, betrug die Menge an tatsächlich zugesetztem gelbildendem Mittel zu dem Wasser etwa 0,35 Gew.-%. Das quadratische Brausemuster wurde erhalten, indem man eine feste Sprüh- oder Spritzdüse von quadratischem Muster (hergestellt von Spray Systems Co. unter Nr. 2H290SQ) verwendete.

Obgleich ein beträchtlicher Anteil des Stapels^V durch das Feuer verzehrt wurde bevor das ableitende Material^V auf den brennenden Stapel aufgebracht wurde, konnte das ableitende Material die Platten oder Bretter durch die Feuerfahne oder Feuersäule (fire plume) (die zu dem Zeitpunkt, bei welchem das ableitende Material zuerst aufgebracht wurde (turned on), etwa 6 mm (20 ft) über der Oberseite des Stapels war) erreichen, sich ansammeln und durch den Stapel hindurch nach unten sickern.

Das normale Brennausmaß für Holzplatten der in dem vorstehenden Versuch verwendeten Art erreicht etwa 36,3 kg (80 lb) Holz/min und bei Verwendung von Wasser als Löschmittel würde der in diesem Versuch verwendete Holzstapel bei Wasserdichten von wenigstens 2,268 l/min/0,09 m² (0,6 gals/min/ft²) zu Asche verbrennen. Bei der vorstehenden Prüfung andererseits war das Brennausmaß der Platten, das etwa 22,7 kg/min (50 lb) zu dem Zeitpunkt erreicht hatte, bei welchem das ableitende Material erstmals auf den Stapel (in einem Ausmaß von lediglich 7,56 l/min/0,09 m² (0,2 gals/min/ft²)) aufgebracht wurde, auf etwa 2,27 kg/min (5lb) innerhalb 2 bis 3 min herabgesetzt worden und blieb bei dieser Höhe während etwa 1 Std., zu welchem Zeitpunkt das Feuer vollständig gelöscht war und ein wesentlicher Teil der Bretter unverbrannt

zurückblieb. Es ist somit klar ersichtlich, daß die Anwendung des Verfahrens gemäß der Erfindung zu einer signifikanten Verbesserung gegenüber der Verwendung eines gebräuchlichen Wasserlöschmittels führt.

Patentansprüche

1) Verfahren zur Feuerbekämpfung innerhalb einer geschlossenen Anlage, dadurch gekennzeichnet, daß man auf die ausgesetzten Oberflächen des einem derartigen Feuer unterworfenen Gegenstandes einen Überzug von einem ableitenden (ablative) flüssigen Material aufbringt, wobei der Überzug eine Schicht von ausreichender Dicke bildet, so daß die Schicht ableitende Eigenschaften besitzt, wobei der Überzug aus einer automatisch betätigbaren festen Quelle in einem im wesentlichen kontinuierlichen Strom und in ausreichender Menge aufgebracht wird, um die genannte Schicht bei der genannten ausreichenden Dicke beizubehalten.

2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das ableitende flüssige Material aus wenigstens zwei Komponenten gebildet wird, wobei keine der beiden Komponenten bei Trennung voneinander ableitende Eigenschaften besitzt und wobei die genannten Komponenten zur Bildung des ableitenden Materials nach dem Auftreten des Feuers zusammengemischt werden.

3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptkomponente des ableitenden flüssigen Materials aus Wasser besteht.

4) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das ableitende flüssige Material Wasser mit einem Gehalt an einer Komponente umfaßt, die in dem flüssigen Material ableitende Eigenschaften herbeiführt, wenn das Material in einer Schicht von ausreichender Dicke vorhanden ist.

5) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Komponente aus einem vernetzten Äthylen-Maleinsäureanhydrid besteht, wobei das flüssige Material etwa 0,1 bis 0,5 Gew.-% der genannten Komponente enthält.

6) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke wenigstens etwa 0,1 cm (0,04") beträgt.

25
Leerseite

W. 14465/69

Arm.: Factory Mutual Research Corporation

61a 17-01 AT: 10. 10.69
OT: 11.6.1970

1951211

27

Fig. 1.

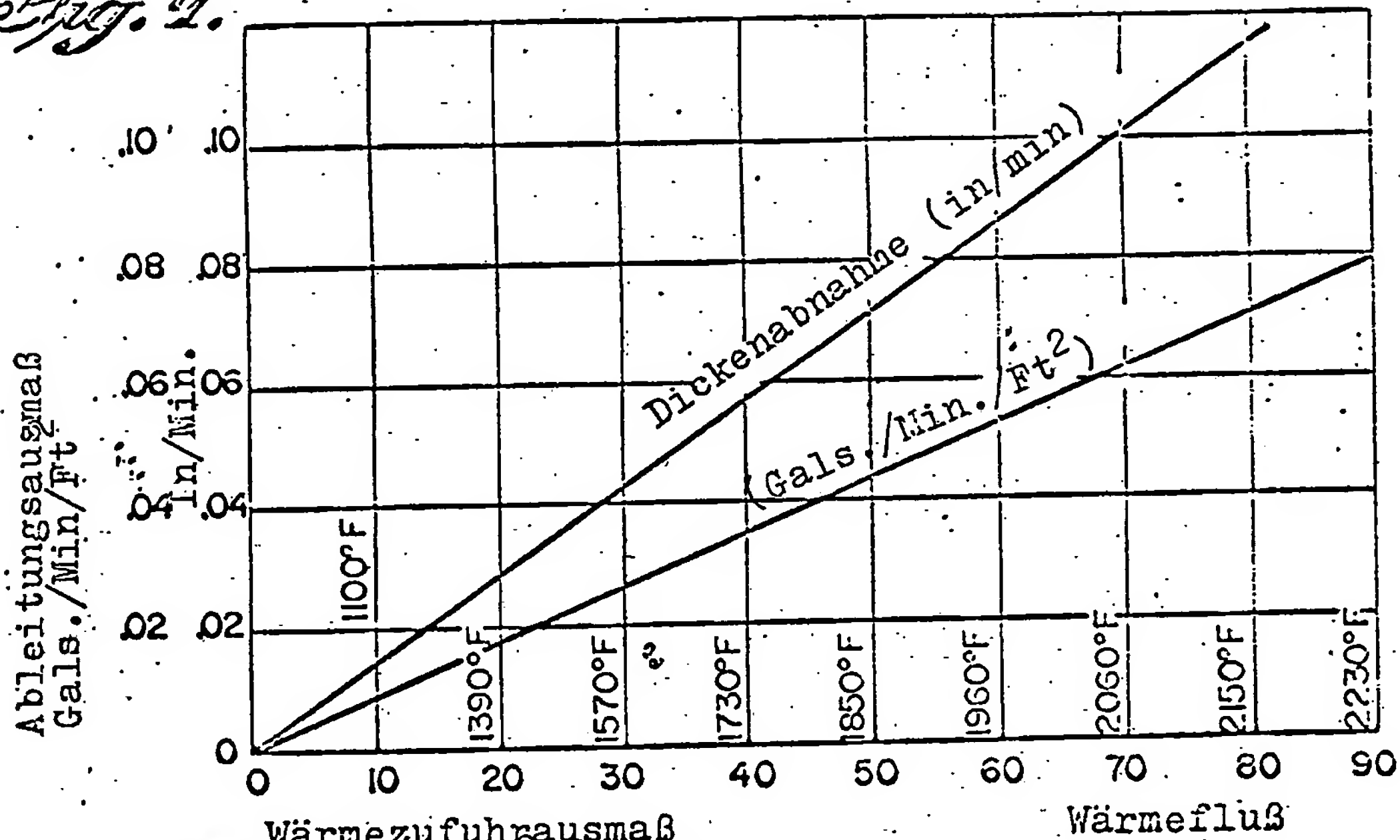
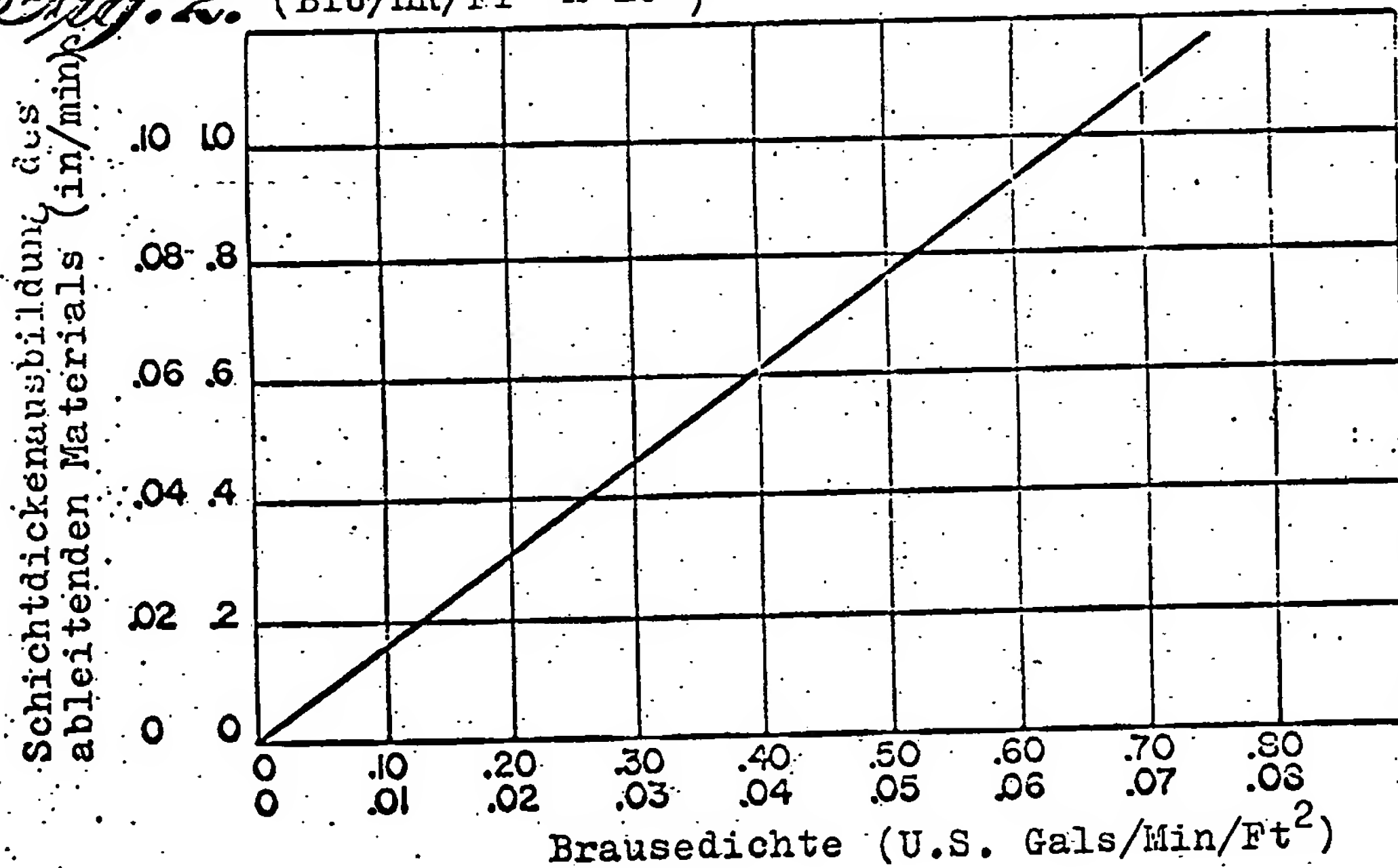
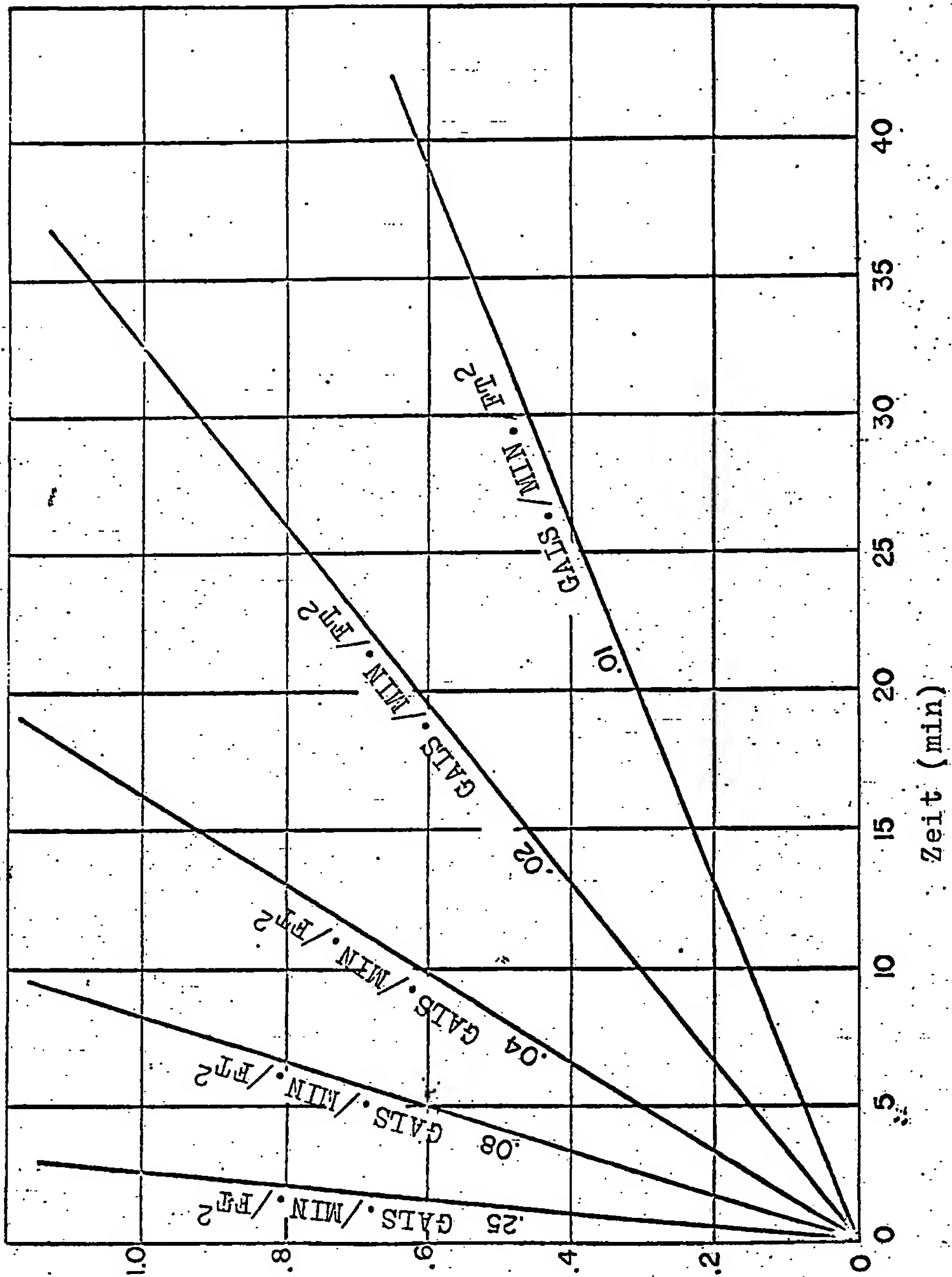


Fig. 2.



009824/1245



Kumulative Schichtdicke
des abbleitenden Materials (in)

Fig. 3.

009824/1245

ORIGINAL INSPECTED